

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства та природокористування
Кафедра теоретичної механіки, інженерної графіки та машинознавства

02-05-128

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни
«Інженерна та комп'ютерна графіка»
для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня
за освітньо-професійними програмами «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології», «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» спеціальностей 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології», 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» денної форми навчання

Рекомендовано науково-методичною радою з якості
ННІ автоматики, кібернетики та
обчислювальної техніки
Протокол №0 від 29.05.2020 р.

Рівне – 2020

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни «Інженерна та комп'ютерна графіка» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійними програмами «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології», «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» спеціальностей 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології», 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» денної форми навчання [Електронне видання] / Сасюк З. К. – Рівне : НУВГП, 2020. – 35 с.

Укладач: Сасюк З. К., доцент, кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри теоретичної механіки, інженерної графіки та машинознавства.

Відповідальний за випуск: Козяр М. М., професор, доктор педагогічних наук, професор кафедри теоретичної механіки, інженерної графіки та машинознавства.

Керівник групи забезпечення спеціальності

151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» Древецький В. В.

Керівник групи забезпечення спеціальності

141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» Василюк С. В.

© Сасюк З. К., 2020

©НУВГП, 2020

Зміст

1. Вступ.	4
2. Основні стандарти оформлення креслеників	5
2.1.Графічна робота «Лінії креслення»	5
3. Геометричні побудови.	7
3.1.Побудова спряжень.	7
4. Проекційне креслення	21
4.1.Побудова видів	21
4.2.Побудова розрізів	26
5. Аксонометричні проекції	31
Використана література.	35

1. ВСТУП

Навчальний процес з дисципліни «Інженерна та комп'ютерна графіка» передбачає такі форми навчання: лекції, самостійну роботу студента, практичні заняття з програмованим контролем знань з усіх тем дисципліни, виконання графічних робіт, консультацій та залік. Крім цього студенти проводять наукові дослідження з тематики кафедри, беруть участь у факультетських і загальноуніверситетських олімпіадах, конкурсах на кращі дослідження: реферат, конспект, робочий зошит.

Лекції. На лекціях студенти знайомлюються з теоретичними основами дисципліни, методами геометричних побудов, способами вирішення геометричних задач на площині за допомогою креслярських інструментів, а також складають конспект лекцій.

Самостійна робота. Після лекцій проробляється теоретичний матеріал (в тому числі геометричний поділ кола, елементи спряження, лекальні криві) за допомогою конспекту і навчальних посібників і підручників.

Практичні заняття. На цих заняттях студенти показують викладачу виконані домашні завдання (графічні роботи, відповіді на питання) з даної теми, уточнюють і виправляють їх. З цієї теми проводиться контроль і студенти під керівництвом викладача виконують аудиторні завдання.

Графічні роботи виконують за індивідуальним варіантом згідно порядкового номеру в журналі викладача із застосуванням креслярських інструментів на папері формату А4 або А3.

2. ОСНОВНІ СТАНДАРТИ ОФОРМЛЕННЯ КРЕСЛЕНИКІВ

До основних стандартів оформлення креслеників, на які повинен опиратися студент при оформленні графічних робіт та курсових проектів, графічних частин дипломних проектів відносяться:

- 1) формати креслеників (ЄСКД. ГОСТ 2.301-68 «Формати» та (ISO 5457:1999, IDT) ДСТУ ISO 5457:2006 «Документація технічна на виробі. Кресленик. Розміри та формати») – визначає розміри та формати аркушів призначених для технічних креслеників у будь-яких галузях техніки;
- 2) основні написи (ЄСКД. ГОСТ 2.104-2006 «Основні написи» та (ГОСТ 2.104-2006, IDT) ДСТУ ГОСТ 2.104:2006 «ЄСКД. Основні написи»;
- 3) масштаби (ЄСКД. ГОСТ 2.302-68 «Масштаби» та (ISO 5455:1979, IDT) ДСТУ ISO 5455:2005 «Кресленики технічні. Масштаби») – визначають рекомендовані для використання масштаби та їх позначення на технічних креслениках у будь-якій галузі техніки;
- 4) лінії креслення (ГОСТ 2.303-68 «Лінії» та (ISO 128-24:1999, IDT) ДСТУ ISO 128-24:2005 «Кресленики технічні. Загальні принципи оформлення. Частина 24. Лінії на машинобудівних креслениках») – встановлюють типи ліній, їх позначки і конфігурацію, а також загальні правила, позначення ліній на технічних креслениках;
- 5) шрифти креслярські (ЄСКД. ГОСТ 2.304-81 «Шрифти креслярські» та (ISO 3098:1997, IDT) ДСТУ ISO 3098:2006 «Документація технічна на виробі. Шрифти. Частина 0. Загальні вимоги») – встановлюють загальні вимоги до написання шрифтів в узгодженні з усіма іншими частинами, використаними для виготовлення технічної документації;
- 6) графічні позначення матеріалів (ЄСКД. ГОСТ 2.306-68 «Позначення графічні матеріалів та правила їх нанесення на креслениках»).

Цільове призначення: закріплення знань основних стандартів оформлення технічних креслеників.

2.1. Графічна робота «Лінії креслення»

Цільове призначення: закріплення знань з накреслення стандартних типів ліній, їх товщин, основне призначення ліній на креслениках.

Завдання: Вивчити ГОСТ 2.303-68 «Лінії» та (ISO 128-24:1999, IDT) ДСТУ ISO 128-24:2005 «Кресленики технічні. Загальні принципи оформлення. Частина 24. Лінії на машинобудівних креслениках». Виконати графічну роботу

«Лінії креслень» на аркуші креслярського паперу формату А4 згідно ГОСТ 2.303-68 «Лінії». Компоновку робочого поля аркуша виконати згідно зразка (рис. 2.1). Завдання виконується згідно рис. 2.1.

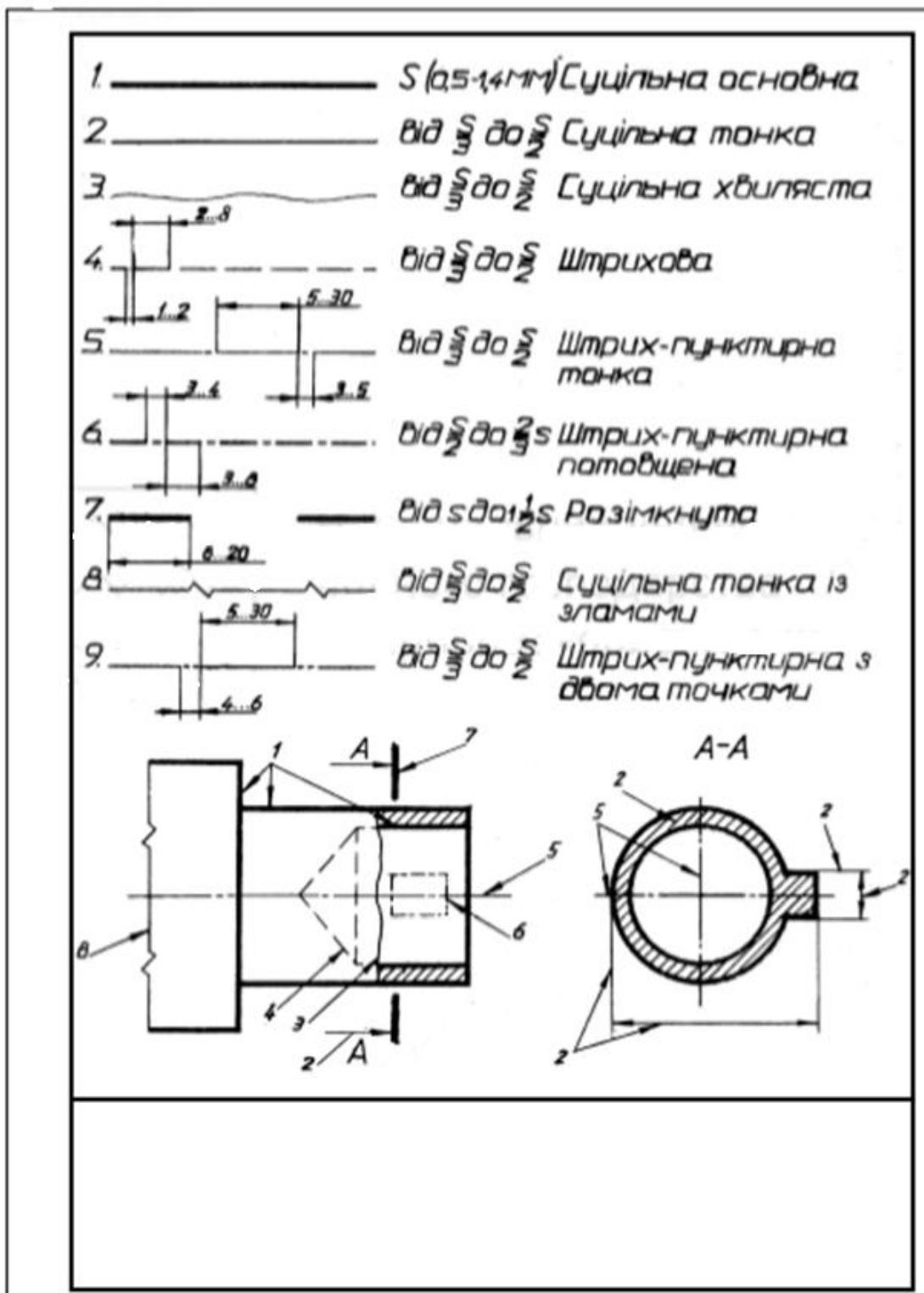


Рис. 2.1. Зразок виконання графічної роботи «Типи ліній»

3. ГЕОМЕТРИЧНІ ПОБУДОВИ.

Геометричними побудовами на кресленні називаються графічні способи розв'язку геометричних задач на площині за допомогою креслярських інструментів.

Мета завдання: Завдання призначене на закріплення знань по застосуванню різних типів ліній, масштабу, нанесенню розмірів, виконанню спряжень, на побудову лекальних кривих, графічний поділ кола на рівні частини. Студент набуває навиків компоновки робочого поля креслення і нанесення розмірів у відповідності з СКД ДСТУ 3321-96 та ГОСТ 2.305-68 ЄСКД.

Завдання: На аркуші паперу формату А3 виконати побудову контуру деталі з елементами спряження, викреслити лекальну криву та контури деталі, застосовуючи правила поділу кола на рівні частини.

3.1. Побудова спряжень

Спряженням називається плавний перехід від однієї прямої лінії до іншої або від однієї дуги кола до іншої дуги за допомогою елемента спряження. Спряження може виконуватися в площині чи в просторі, елементом спряження може бути пряма, дуга кола або будь-яка інша крива другого і вищого порядків.

Точка, в якій одна лінія плавно переходить в другу, називається *точкою спряження*. Дуги, за допомогою яких здійснюється плавний перехід однієї лінії в іншу, називається *дугами спряження*. *Дотичною* називається пряма, яка має із замкнутою кривою тільки одну спільну точку. Це граничне положення січної, точки перетину якої з кривою зливаються в одну точку – *точку дотику*.

Спряження часто зустрічаються в технічних обрисах. Тому побудова спряжень представляє великий інтерес.

Для побудови спряження необхідно знати радіус дуги, центр дуги, а також точки, які визначають межі дуги спряження.

Побудова спряження складається із кількох етапів:

I – побудова центра спряження.

II – побудова точок спряження.

III – проведення дуги спряження.

Спряження прямих ліній, що перетинаються, дугою кола.

Завдання 1. Задані дві прямі, що перетинаються під прямим кутом. Побудувати спряження цих прямих дугою заданого радіуса $R_c=50\text{мм}$ (рис. 3.1, а).

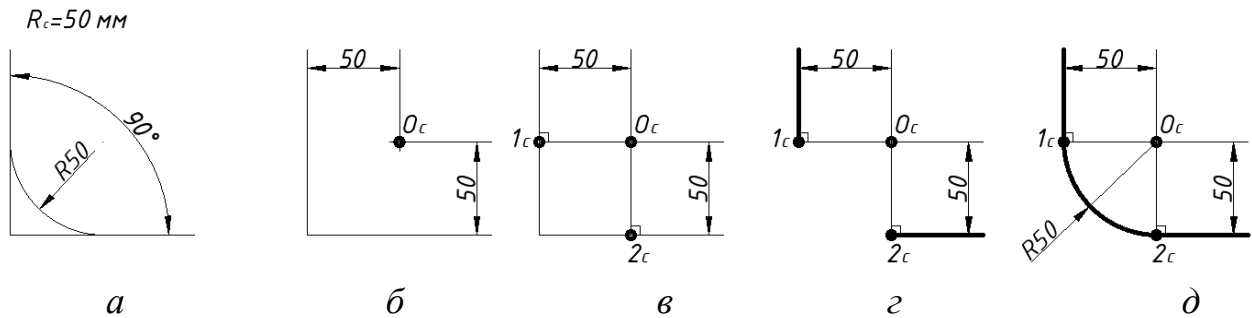


Рис. 3.1.

1. Знаходять точку O_c - центр спряження, який повинен бути на відстані R_c від сторін кута в точці перетину прямих, що проведені паралельно до сторін кута на відстані $R_c=50\text{мм}$ від них (рис. 3.1, б).

2. Знаходять точки спряження. Для цього проводять перпендикуляри з точки O_c до заданих прямих (рис. 3.1, в).

3. Частину відрізків прямих, що знаходяться між точками 1_c та 2_c , витираємо (рис. 3.1, г).

3. З точки O_c , як з центра, проводять дугу заданого радіуса R між точками спряження (рис. 3.1, д).

Завдання 2. Задані дві прямі, що перетинаються під гострим кутом та дві прямі, що перетинаються під тупим кутом. Побудувати спряження цих прямих дугою заданого радіуса $R_c=30\text{мм}$ (рис. 3.2, а).

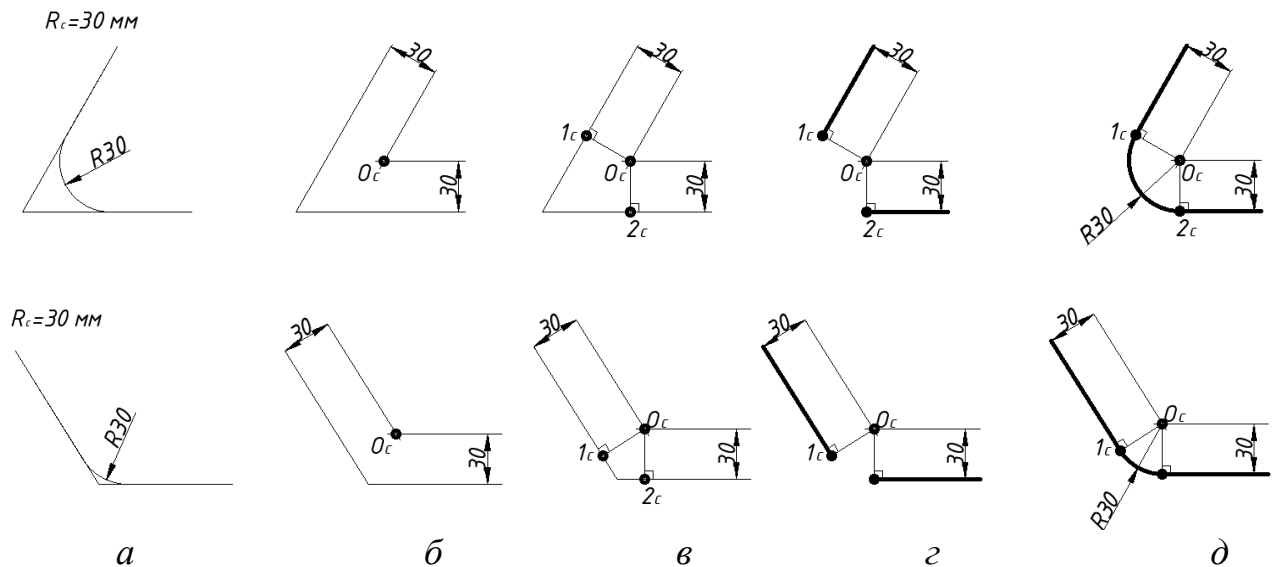


Рис. 3.2.

1. Знаходять точку O_c - центр спряження, який знаходиться на відстані R_c від сторін кута в точці перетину прямих, що проведені паралельно до сторін кута на відстані $R_c=30\text{мм}$ від них (рис. 3.2, б).

2. Знаходять точки спряження. Для цього проводять перпендикуляри з точки O_c до заданих прямих (рис. 3.2, в).

3. Частину відрізків прямих, що знаходяться між точками 1_c та 2_c , витираємо (рис. 3.2, г).

3. З точки O_c , як з центра, проводять дугу заданого радіуса R між точками спряження (рис. 3.2, д).

Спряження двох кіл дугою заданого радіуса.

Розрізняють такі випадки дотику: зовнішній, внутрішній та змішаний. В усіх випадках центри спряжень повинні бути розміщені на відстані, що дорівнює радіусу дуги спряження від заданих дуг. За загальним правилом на прямих, що з'єднують центри спряжених дуг, знаходять точки спряження.

Завдання 1. Задані два кола радіусами $R_1=50\text{мм}$ і $R_2=30\text{ мм}$. Побудувати зовнішнє спряження дугою $R_c=40\text{мм}$ (рис. 3.3, а).

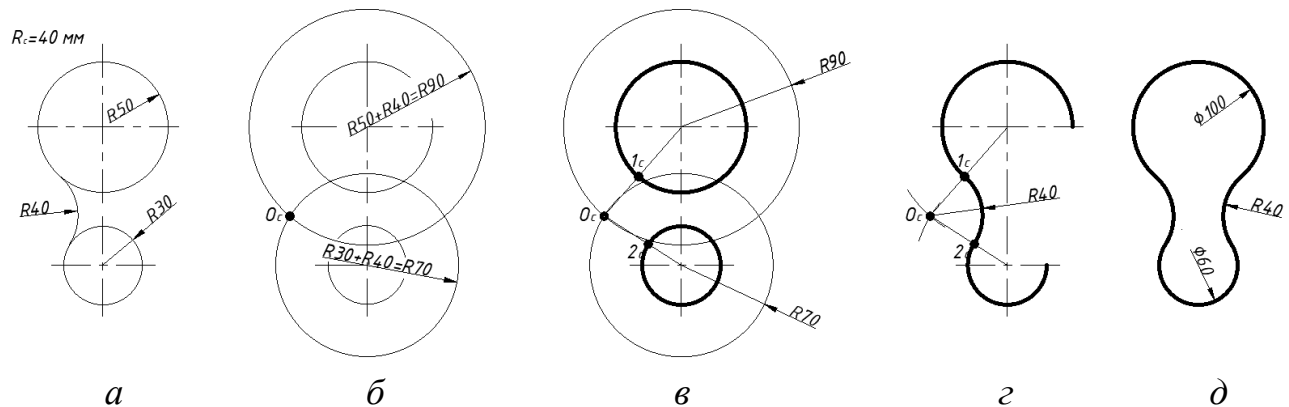


Рис. 3.3.

1. З центрів заданих кіл розхилом циркуля, що дорівнює сумі радіусів заданої дуги спряження, проводять допоміжні дуги (рис. 3.3, б). Радіус дуги, проведеної з центра першого кола, дорівнює $R30+R40=R70$, а радіус дуги, проведений з центра другого кола – дорівнює $R50+R40=R90$. На перетині допоміжних дуг розміщений центр спряження – точка O_c .

2. З'єднавши прямими лініями точку O_c з центрами кіл, знайдуть точки спряження 1_c і 2_c (рис. 3.3, в).

3. З точки O_c розхилом циркуля, що дорівнює $R_c=40\text{мм}$, між точками 1_c і 2_c описують дугу (рис. 3.3, г). На кресленіку зовнішнє спряження виглядає як на рис. 3.3, д.

Завдання 2. Задані два кола радіусами $R_1=50\text{мм}$ і $R_2=30\text{ мм}$. Побудувати внутрішнє спряження дугою $R_c=120\text{мм}$ (рис. 3.4, а).

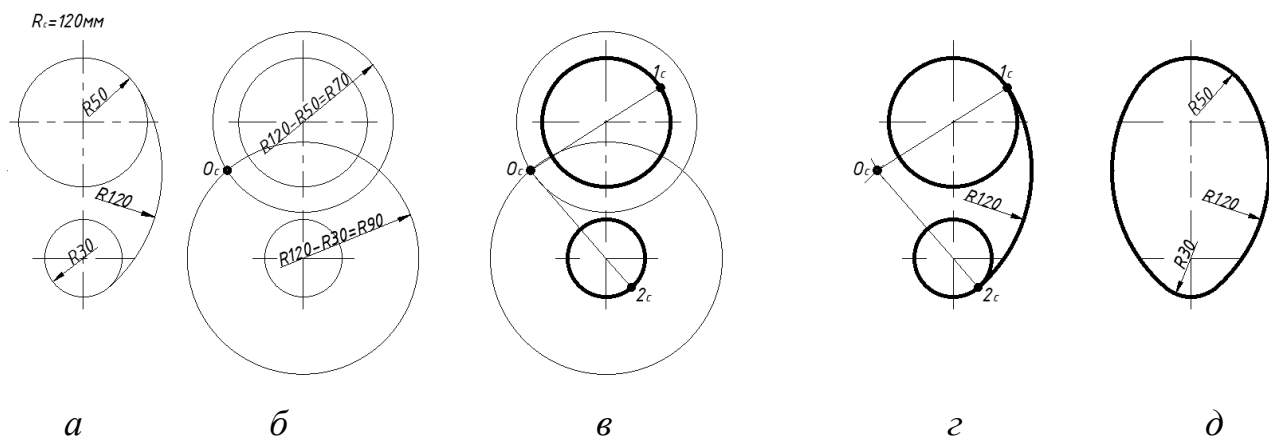


Рис. 3.4.

1. З центрів заданих кіл розхилом циркуля проводять допоміжні дуги (рис. 3.4, б). Радіус дуги, проведеної з центра першого кола, дорівнює $R_{120}-R_{30}=R_{90}$, а радіус дуги, проведений з центра другого кола – дорівнює $R_{120}-R_{50}=R_{70}$. На перетині допоміжних дуг розміщений центр спряження – точка O_c .

2. З'єднавши прямими лініями точку O_c з центрами кіл, знайдуть точки спряження 1_c і 2_c (рис. 3.4, в).

3. З точки O_c розхилом циркуля, що дорівнює $R_c=120\text{мм}$, між точками 1_c і 2_c описують дугу (рис. 3.4, г). На кресленику внутрішнє спряження виглядає як на рис. 3.4, д.

Завдання 3. Задані два кола радіусами $R_1=50\text{мм}$ і $R_2=30\text{мм}$. Побудувати змішане спряження дугою $R_c=80\text{мм}$ (рис. 3.5, а).

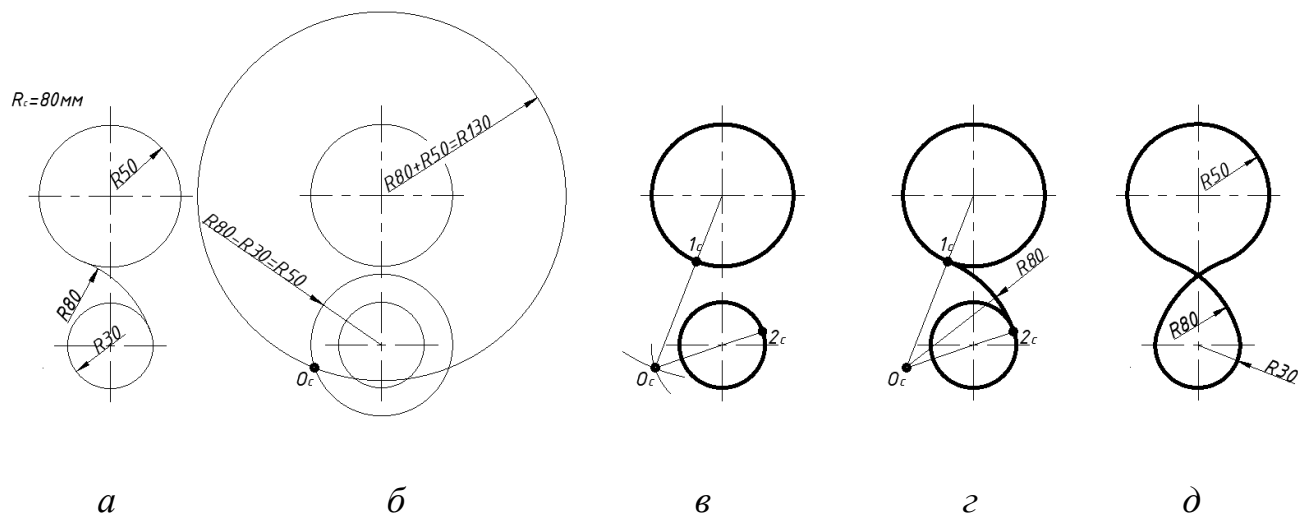


Рис. 3.5.

1. З центрів заданих кіл розхилом циркуля проводять допоміжні дуги (рис. 3.5, б). Радіус дуги, проведеної з центра першого кола, дорівнює $R_{80}+R_{50}=R_{130}$, а радіус дуги, проведений з центра другого кола – дорівнює $R_{80}-R_{30}=R_{50}$. На перетині допоміжних дуг розміщений центр спряження – точка O_c .

а радіус дуги, проведений з центра другого кола – дорівнює $R_{80}+R_{50}=R_{130}$. На перетині допоміжних дуг розміщений центр спряження – точка O_c .

2. З'єднавши прямими лініями точку O_c з центрами кіл, знайдуть точки спряження 1_c і 2_c (рис. 3.5, в). Точку 1_c знаходять як для зовнішнього спряження, точку 2_c знаходять як для внутрішнього спряження.

3. З точки O_c розхилом циркуля, що дорівнює $R_c=80\text{мм}$, між точками 1_c і 2_c описують дугу (рис. 3.5, з). На кресленку змішане спряження виглядає як на рис. 3.5, д.

Спряження спряження двох неконцентричних кіл.

Завдання. Задані два неконцентричних кола радіусами $R_1=50\text{мм}$ і $R_2=30\text{мм}$. Побудувати спряження дугою $R_c=10\text{мм}$ (рис. 3.6, а).

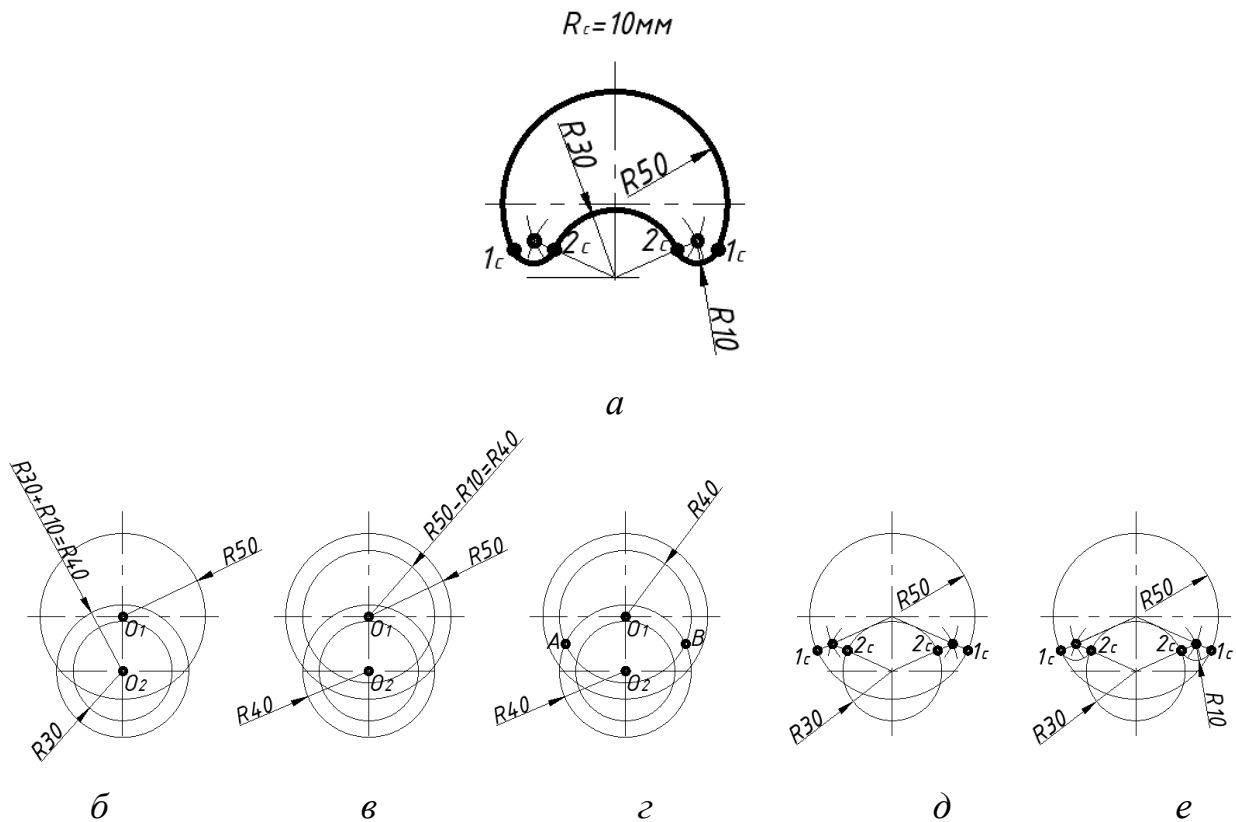


Рис. 3.6.

1. З центрів заданих кіл розхилом циркуля проводять допоміжні дуги. Радіус дуги, проведеної з центра першого кола, дорівнює $R_{30}+R_{10}=R_{40}$ (рис. 3.6, б), а радіус дуги, проведений з центра другого кола – дорівнює $R_{50}-R_{10}=R_{40}$ (рис. 3.6, в). На перетині допоміжних дуг розміщені центри спряження – точки A і B (рис. 3.6, з).

2. З'єднавши прямими лініями точки A і B з центрами кіл, знайдуть точки спряження 1_c і 2_c (рис. 3.6, д). Точку 1_c знаходять як для внутрішнього спряження, точку 2_c знаходять як для зовнішнього спряження.

3. З точок A і B розхилом циркуля, що дорівнює $R_c=10\text{мм}$, між точками 1_c і 2_c описують дугу (рис. 3.6, e).

Спряження кола і прямої дугою заданого радіуса.

При спряженні кола і прямої лінії можливі такі випадки дотику: зовнішній та внутрішній. В обох випадках центри спряжень повинні бути розміщені на відстані, що дорівнює радіусу дуги спряження від заданих елементів.

Завдання 1. Задані коло радіусом $R=50\text{мм}$ і горизонтальна пряма. Побудувати зовнішнє спряження дугою $R_c=35\text{мм}$ (рис. 3.7, a).

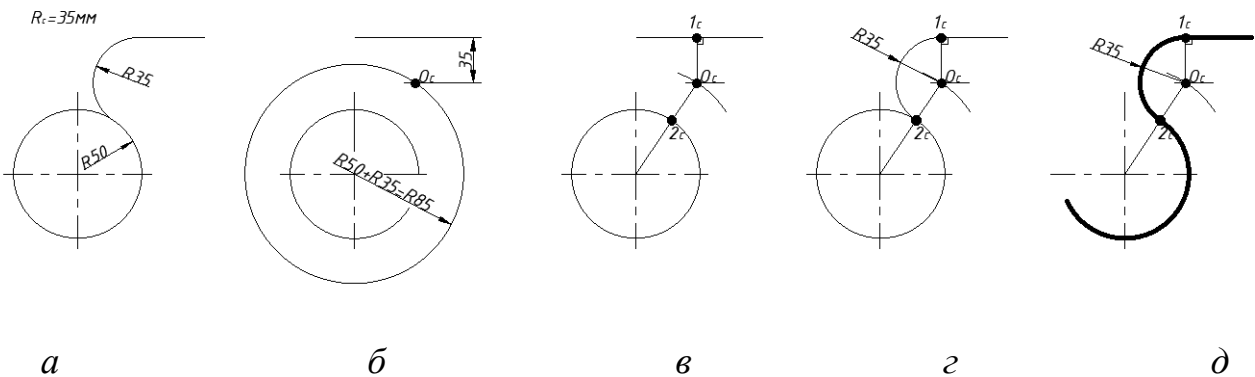


Рис. 3.7.

1. На відстані $R_c=35\text{мм}$ провести пряму, паралельну заданій прямій, а із центра кола радіусом $R_{35}+R_{50}=R_{85}$ – дугу кола (рис. 3.7, $б$). Точка O_c – центр дуги спряження.

2. Точки спряження: до прямої будують перпендикуляр і отримують на прямій точку 1_c . З'єднують центр спряження O_c з центром кола і отримують на колі точку 2_c (рис. 3.7, $в$).

3. Радіусом $R_c=35\text{мм}$ проводять дугу між точками 1_c та 2_c (рис. 3.7, $г$). На креслені зовнішнє спряження прямої та кола виглядатиме як на рис. 3.7, $д$.

Завдання 2. Задані коло радіусом $R=50\text{мм}$ і горизонтальна пряма. Побудувати внутрішнє спряження кола та прямої дугою $R_c=80\text{мм}$ (рис. 3.8, a).

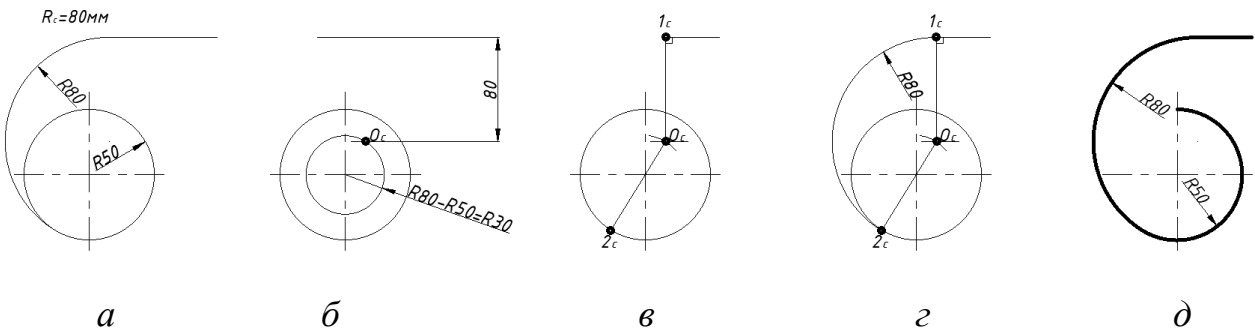


Рис. 3.8.

1. На відстані $R_c=80\text{мм}$ провести пряму, паралельну заданій прямій, а із центра кола радіусом $R80-R50=R30$ – дугу кола (рис. 3.8, б). На перетині допоміжного кола та паралельної прямої знаходять точку O_c – центр дуги спряження.

2. Точки спряження: до прямої будують перпендикуляр і отримують на прямій точку 1_c . З'єднують центр спряження O_c з центром кола і отримують на колі точку 2_c (рис. 3.8, в).

3. Радіусом $R_c=80\text{мм}$ проводять дугу між точками 1_c та 2_c (рис. 3.8, г). На кресленку внутрішнє спряження прямої та кола виглядатиме як на рис. 3.8, д.

Побудова прямих ліній дотичних до двох кіл.

Пряма дотична до кола, якщо вона перпендикулярна до радіуса, проведеного до точки дотику. Розрізняють зовнішній та внутрішній дотик прямої до двох кіл.

Завдання 1. Задані два кола радіусами $R_1=50\text{мм}$ і $R_2=30\text{мм}$. Побудувати зовнішню дотичну до обох кіл. (рис. 3.9, в).

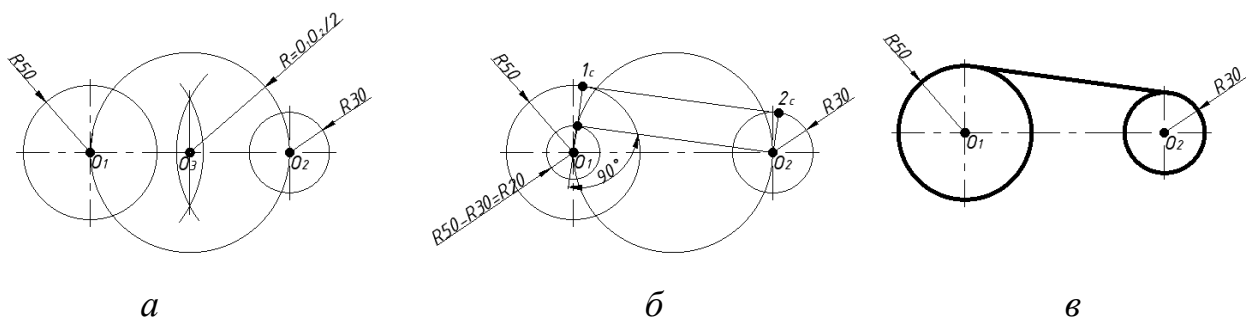


Рис. 3.9.

1. Ділять відрізок O_1O_2 навпіл графічним способом. Відмічають т. O_3 .

2. Із центра O_3 будують коло радіусом $R=O_1O_2:2$ (рис. 3.9, а).

3. Із центра O_1 будують допоміжне коло радіусом, який дорівнює різниці радіусів заданих кіл: $R50-R30=R20$ (рис. 3.9, б). Відмічають точку перетину допоміжних кіл.

4. Шукану точку з'єднують з центром O_1 . Та відмічають на колі точку спряження 1_c . Через точку 1_c проводять до відрізка $1_c O_1$ перпендикулярну пряму і відмічають на другому колі точку дотику 2_c . Пряма $1_c 2_c$ буде дотичною до заданих кіл (рис. 3.9, б).

Завдання 1. Задані два кола радіусами $R_1=50\text{ мм}$ і $R_2=30\text{ мм}$. Побудувати внутрішню дотичну до обох кіл. (рис. 3.10, а).

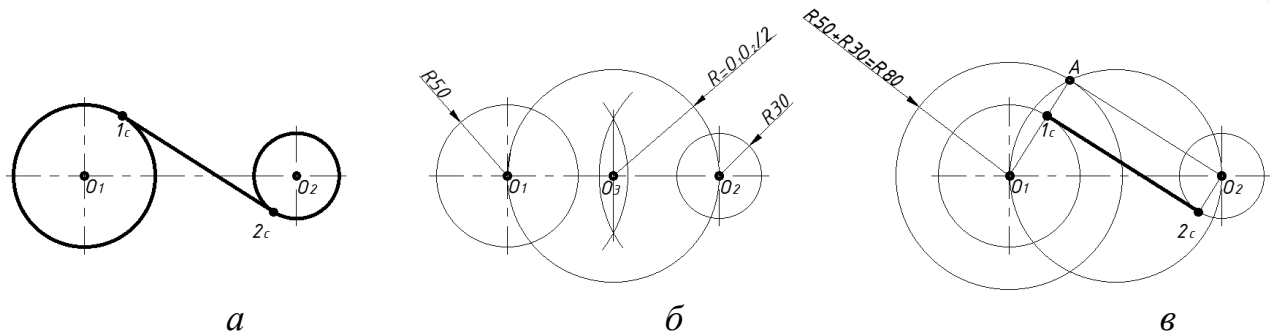


Рис. 3.10.

1. Ділять відрізок $O_1 O_2$ навпіл графічним способом. Відмічають т. O_3 .
2. Із центра O_3 будують коло радіусом $R = O_1 O_2 : 2$ (рис. 3.10, б).
3. Із центра O_1 будують допоміжне коло радіусом, який дорівнює сумі радіусів заданих кіл: $R_{50} + R_{30} = R_{80}$ (рис. 3.10, в). Відмічають точку A перетину допоміжних кіл.

4. Шукану точку з'єднують з центром O_1 . Та відмічають на колі точку спряження 1_c . Через точку 1_c проводять до відрізка $O_1 A$ перпендикулярну пряму і відмічають на другому колі точку дотику 2_c . Пряма $1_c 2_c$ буде дотичною до заданих кіл (рис. 3.10, в).

Побудова двох дотичних кіл.

Два кола будуть дотичними, якщо точка дотику K перебуває на прямій, яка з'єднує центри O_1 і O_2 . Дотик кола може бути внутрішнім (рис. 3.11, а) і зовнішнім (рис. 3.11, б)

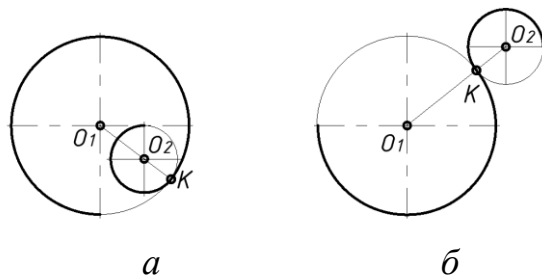


Рис. 3.11.

3.2. Графічна робота «Спряження»

1. За таблицею 2 знайти свій варіант завдання. Номер варіанта визначається номером студента по списку в журналі викладача.

2. Вибрати масштаб зображення, враховуючи раціональність використання 75% поля кресленика і необхідності нанесення розмірів.

3. Виконати компоновання поля креслення, обравши положення осьових і центрових ліній зображення.

4. Виконати в тонких лініях зображення деталі без побудови елементів спряження. Побудови слід розпочинати з викреслювання тих елементів деталей, положення яких визначається заданими розмірами.

5. Визначити види спряження елементів деталей (стор. 7-11).

7. Виконати побудову спряжень (знайти центр спряження, точки спряження, провести відповідного радіусу дугу) (стор. 7-11). При виконанні побудов слід пам'ятати, що всі лінії побудов повинні бути збережені на готовому кресленику.

8. Нанести розміри на кресленику згідно СКД ДСТУ 3321-96 та ГОСТ 2.307-68. При нанесенні розмірних чисел слід пам'ятати, що розмір шрифту розмірного числа повинен бути не менше 3,5 мм, відстань від основи розмірного числа до розмірної лінії повинна бути не менше 1 мм. Відстань від контуру деталі до розмірної лінії повинна бути не менше 10 мм.

9. Зразок виконаної роботи наведено на рис. 3.11.

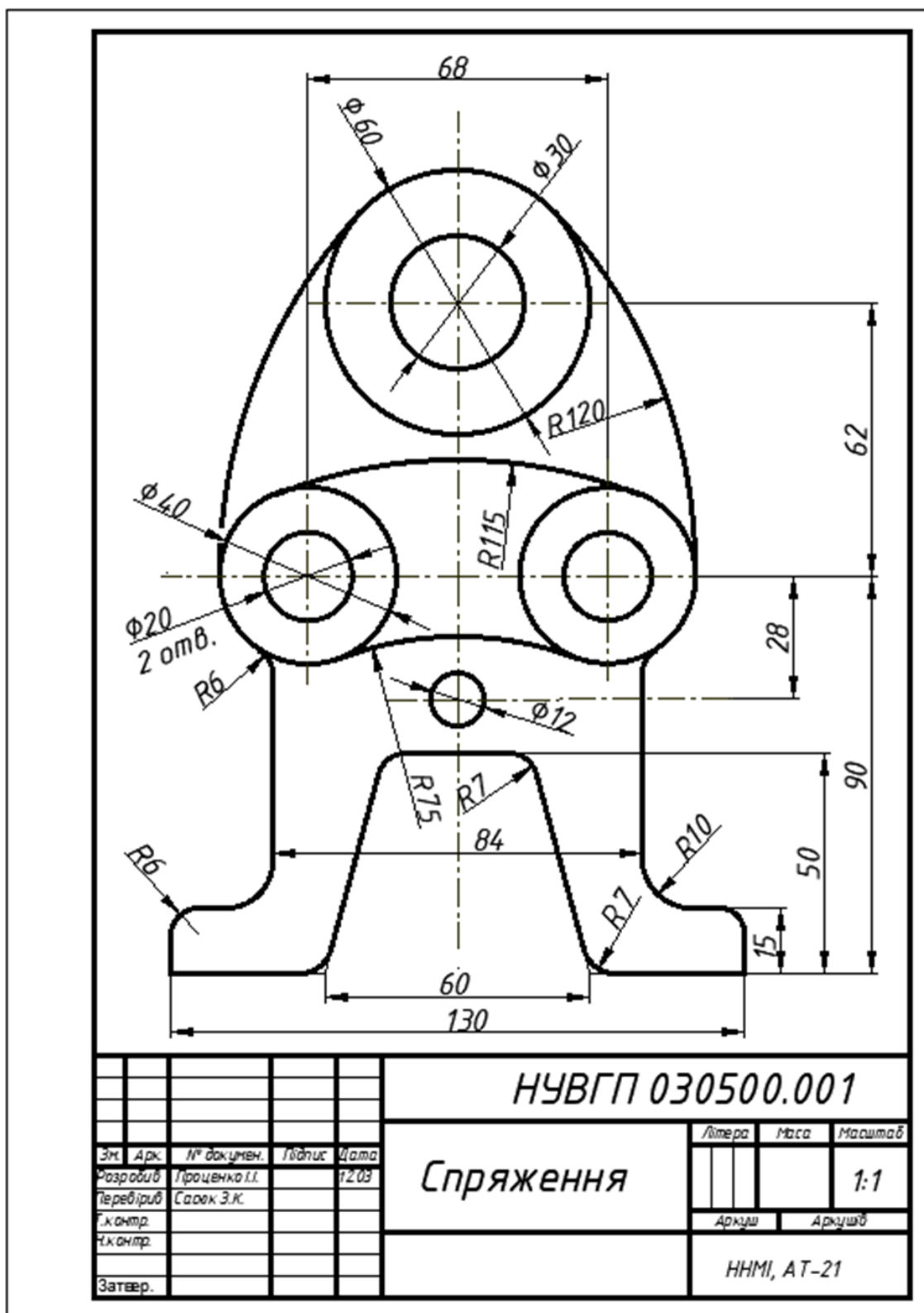
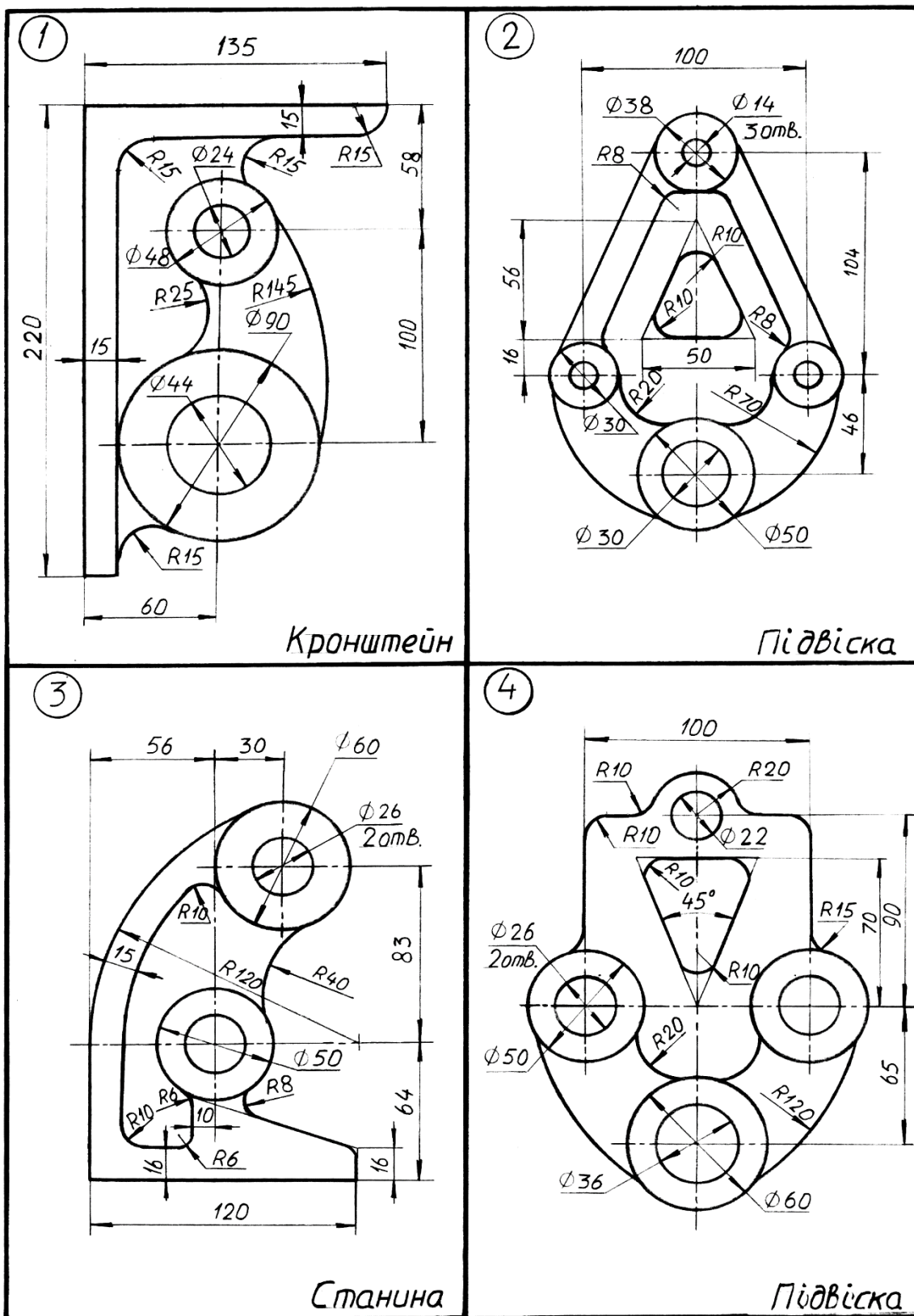
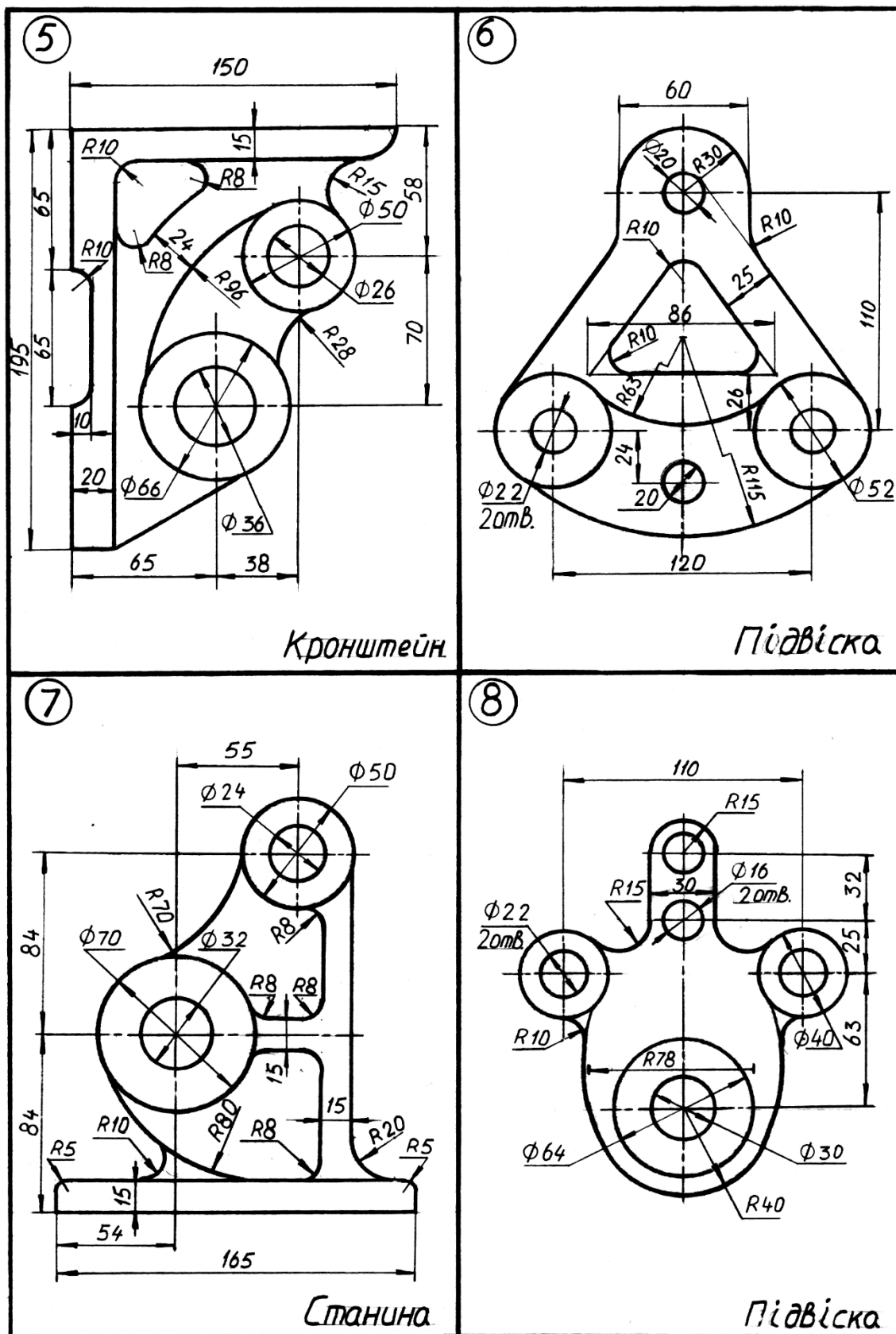
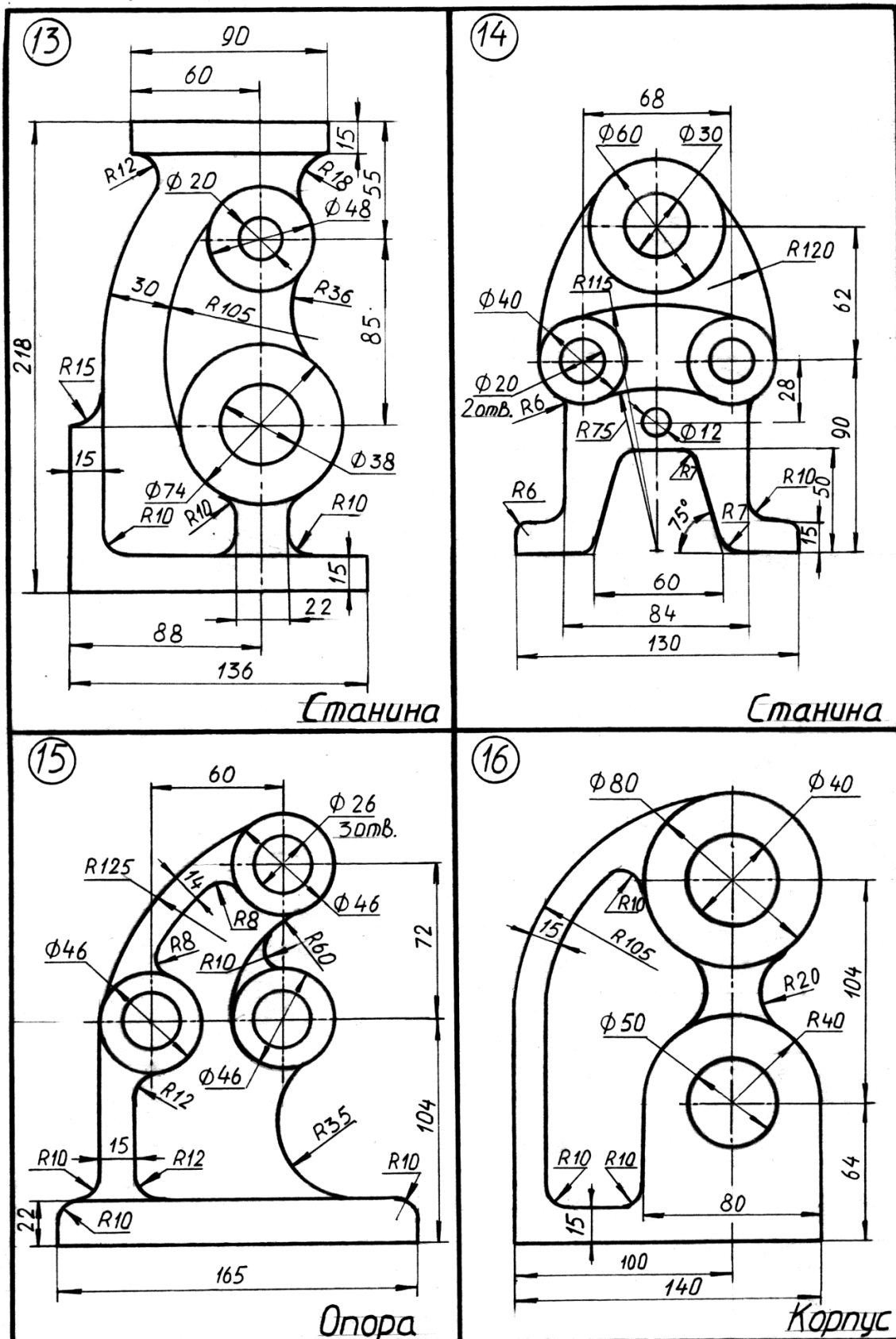


Рис. 3.11. Зразок виконання графічної роботи «Спряження»

Варіанти завдань до графічної роботи «Спряження»







4. ПРОЕКЦІЙНЕ КРЕСЛЕННЯ.

Проекційне креслення – це розділ інженерної графіки, який вивчає зображення просторових геометричних об'єктів на площині виконане методом проєціювання. Цей метод базується на теорії проєкцій, що викладається в курсі нарисної геометрії, і розглядає питання, які необхідно знати при виконанні технічних креслеників.

Правила проєціювання на декілька взаємноперпендикулярних площин проєкцій встановлює ГОСТ 2.305-2008 [5] та (ISO 128-34:2001, IDT) ДСТУ ISO 128-34: 2005 [6, 7].

Основним методом проєціювання є метод першого кута (рис. 4.1), який відображає прямокутне паралельне проєціювання на взаємноперпендикулярні площини проєкцій, при якому зображуваний предмет знаходиться між спостерігачем і відповідною площиною проєкцій. Розміщення окремих зображень (видів) відносно основного виду (виду спереду) визначається розгортанням площин проєкцій в одну площину (всі площини суміщаються з фронтальною площиною) [1] (рис. 4.2).

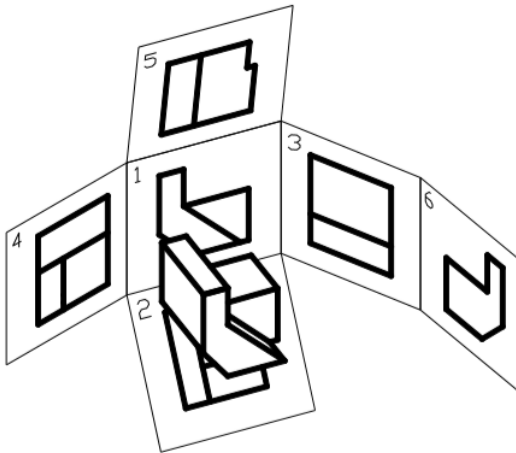


Рис. 4.1.

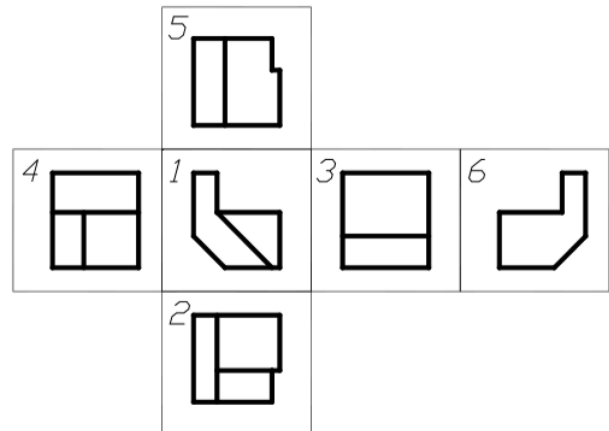


Рис. 4.2.

4.1. Побудова видів

Вид – зображення повернутої до спостерігача видимої частини поверхні предмета. На виді дозволяється за допомогою штрихових ліній показувати невидимі частини поверхні предмета.

Види поділяються на *основні, допоміжні та місцеві*. Основних видів (рис.4.2) існує шість : вид спереду або головний (1), зверху (2), зліва (3), справа (4), знизу (5), та ззаду (6). Якщо основні види розташовані в проєкційному зв'язку за схемою, наведеною на рис.4.2, вони не позначаються. Основні види позначаються в таких випадках:

- якщо вони не мають безпосереднього проєкційного зв'язку з головним видом;
- якщо вони відділені від головного виду іншими зображеннями;
- якщо вони розташовані на іншому аркуші.

Мета завдання: Завдання призначене на закріплення знань по застосуванню методу прямокутного паралельного проєціювання. Студент набуває навиків застосування ортогонального проєціювання на технічних креслениках у відповідності з ГОСТ 2.305-2008 ЄСКД та (ISO 128-34:2001, IDT) ДСТУ ISO 128-34: 2005.

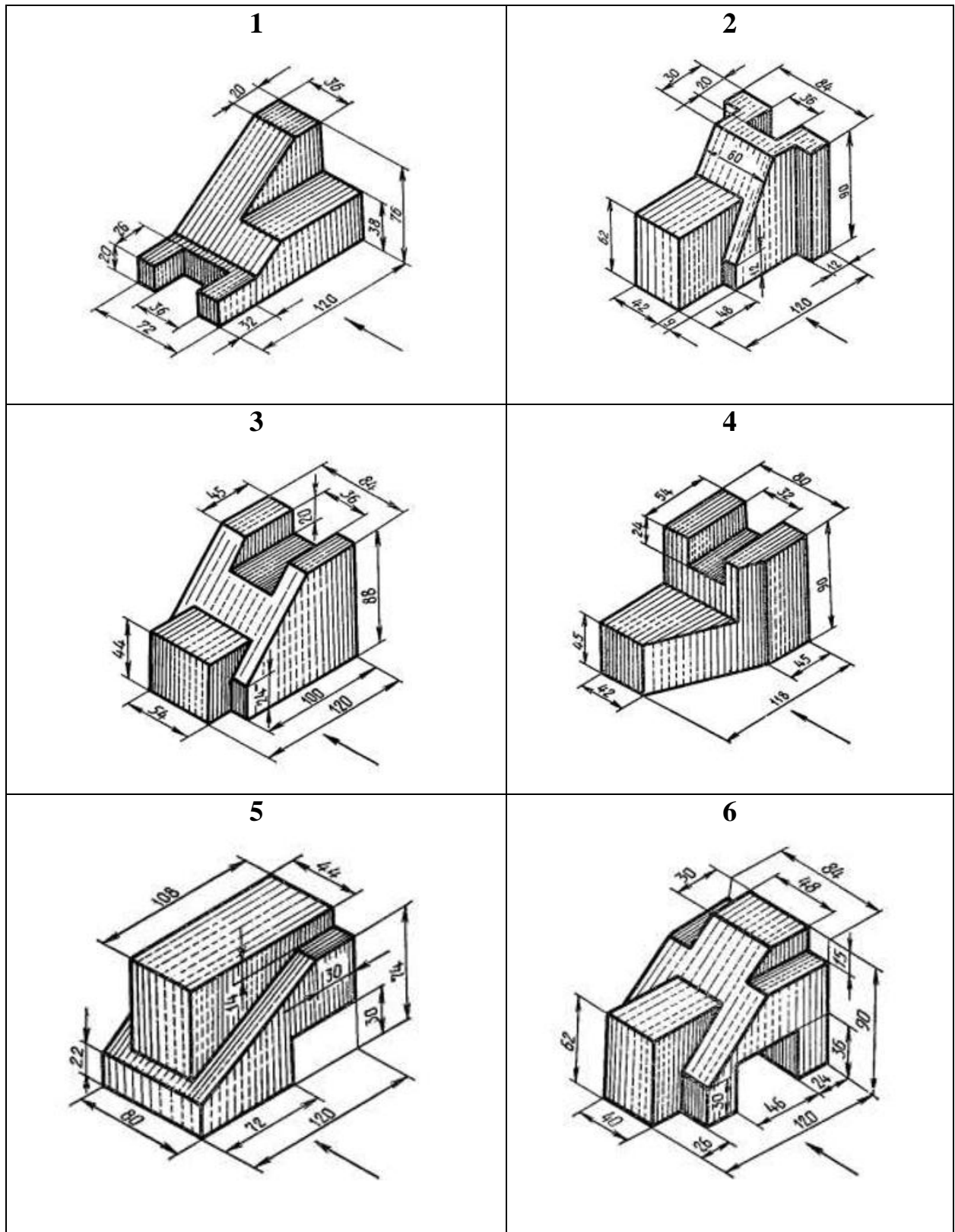
Завдання: Вивчити стандарти ГОСТ 2.305-2008 ЄСКД розділ «Види», (ISO 128-34:2001, IDT) ДСТУ ISO 128-34: 2005 та ГОСТ 2.317-69 «Аксонетричні проєкції». Побудувати три основні види (спереду, зверху, зліва) деталі за даним наочним зображенням в аксонетричній проєкції (таблиця 3). Побудувати аксонетричну проєкцію (прямокутну ізометрію) деталі.

Робота виконується на аркуші формату А3. Приклад виконання роботи на рисунку 4.1. Варіанти завдань містяться в таблиці 3. Стрілка на аксонетричному зображенні вказує напрямок погляду на головний вид деталі.

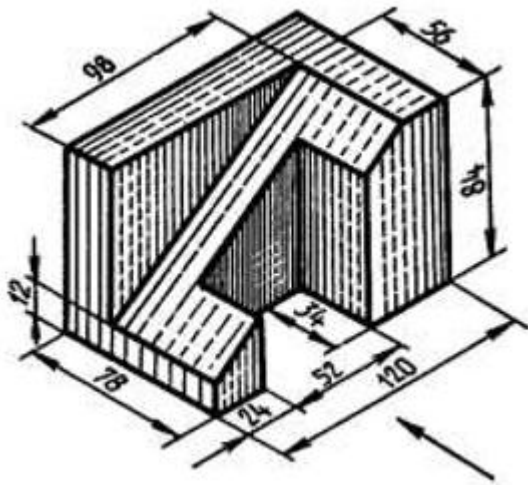
Порядок виконання:

1. Ознайомитися з конструкцією деталі за її наочним зображенням (таблиця 2) і визначити основні геометричні тіла, з яких вона складається.
2. Виділити на аркуші формату А3 відповідну площу для кожного виду деталі і її прямокутної ізометрії.
3. Нанести тонко олівцем всі лінії видимого і невидимого контурів деталі.
4. Нанести всі потрібні виносні та розмірні лінії і проставити розміри.
5. Побудувати прямокутну ізометрію деталі, приділивши особливу увагу побудові ізометричної проєкції кола.

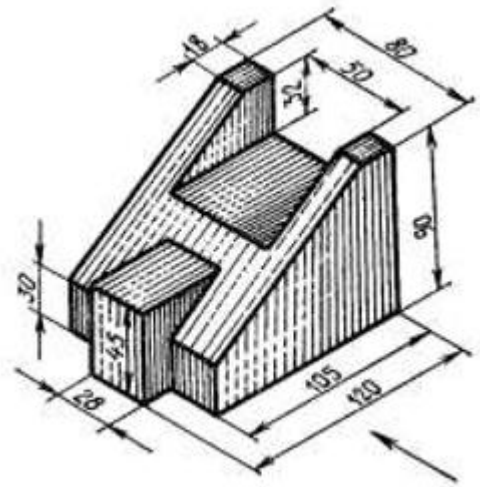
Варіанти завдань до графічної роботи «Види. Ізометрія»



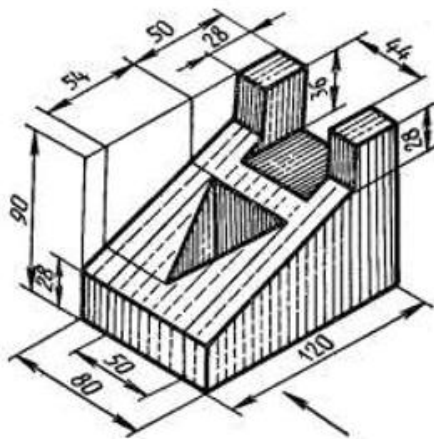
7



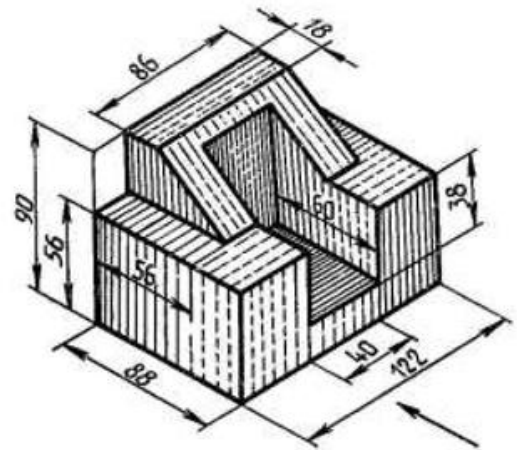
8



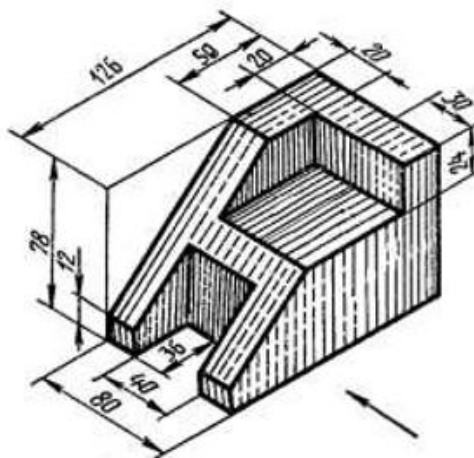
9



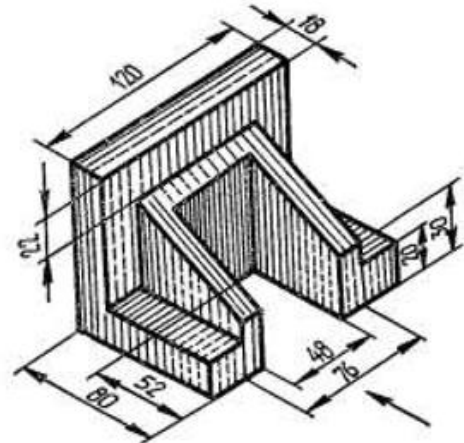
10



11



12



4.2. Побудова розрізів

Розріз – зображення предмета, умовно розрізаного однією або кількома площинами. На розрізі показують те, що лежить в січній площині та за нею. Те, що попало безпосередньо в січну площину (крім порожнин), виділяється на кресленні штриховкою. Розрізи, які виконуються на різних зображеннях предмета, ніяк не пов'язані між собою і не змінюють інші зображення (рис.4.2) Залежно від положення січної площини відносно горизонтальної площини проєкцій розрізи поділяються на горизонтальні, вертикальні (в тому числі фронтальні та профільні) та нахилені.

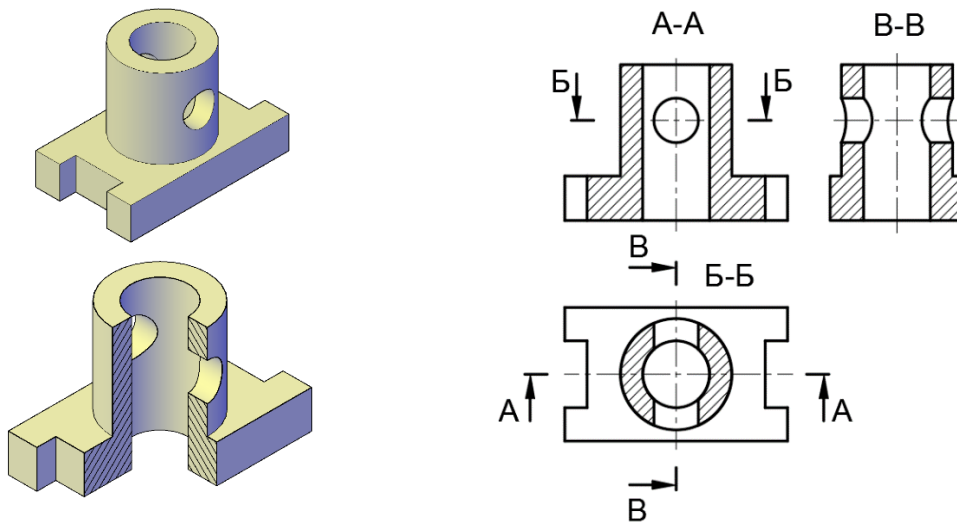


Рис. 4.2.

Залежно від кількості площин розрізи поділяються на *прості* (одна січна площина, рис.4.2) та *складні* (кілька січних площин), які в свою чергу поділяються на *ступінчасті* (січні площини паралельні) та *ламани* (січні площини перетинаються).

Дозволяється з'єднувати на одному зображенні частину виду та частину розрізу, відокремлюючи їх суцільною хвилястою лінією. Якщо з'єднують половину виду з половиною розрізу, кожний з яких є симетричною фігурою, лінією їх розділу є вісь симетрії. При ламаних розрізах січні площини умовно розвертають до суміщення в одну площину, при цьому напрямок повороту не залежить від напрямку погляду. Частини предмету, розташовані за січною площиною, креслять так, як вони проєктуються на площину, з якою виконується суміщення, тобто без повороту. Застосовуються також розрізи, які виявляють внутрішню будову предмета в обмеженому місці – *місцеві розрізи*.

Завдання: Вивчити стандарти ГОСТ 2.305-2008 ЄСКД розділ «Розрізи та перерізи», (ISO 128-34:2001, IDT) ДСТУ ISO 128-34: 2005 та ГОСТ 2.317-69 «Аксонетричні проєкції». Побудувати вид зліва деталі за двома даними видами (спереду та зверху) (таблиця 4). Виконати на виді спереду поєднання із

фронтальним розрізом, а на виді зліва – із профільним розрізом. Побудувати аксонометричну проекцію (прямокутну ізометрію) деталі з вирізом її частини.

Робота виконується на аркуші формату А3. Приклад виконання роботи на рисунку 4.3. Варіанти завдань містяться в таблиці 4.

Порядок виконання:

1. Спочатку за вказаними розмірами побудувати два задані види: спереду та зверху (таблиця 4).
2. Потім за двома готовими видами по проекційному зв'язку побудувати вид зліва.
3. На виді спереду виконати фронтальний розріз, який буде поєднуватися із видом спереду. На виді зліва виконати профільний розріз, який буде поєднуватися із видом зліва.
4. Виконати штриховку перерізів на розрізах. Якщо січна площина проходить уздовж ребра жорсткості – ребро не штрихується.
5. Нанести всі потрібні виносні та розмірні лінії і проставити розміри.
6. Побудувати прямокутну ізометрію деталі, приділивши особливу увагу побудові ізометричної проекції кола.

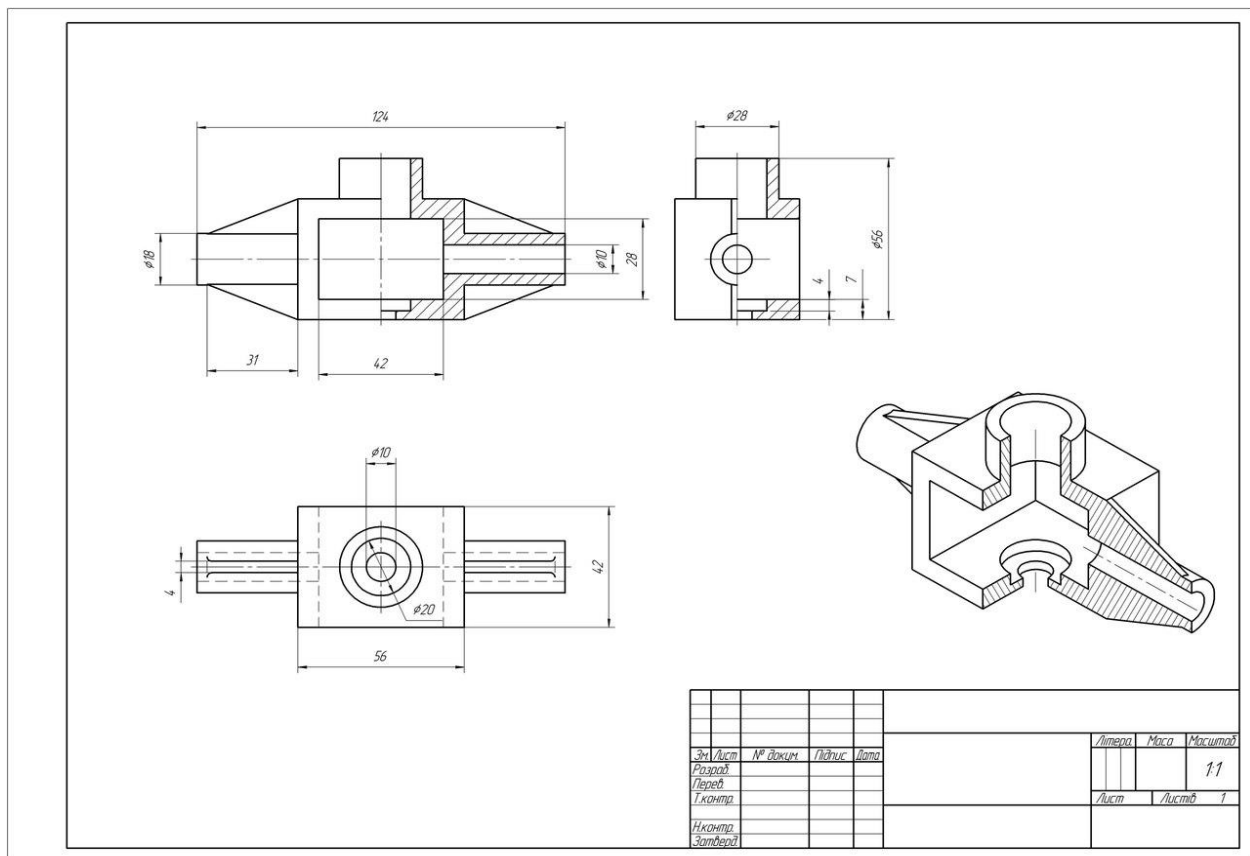
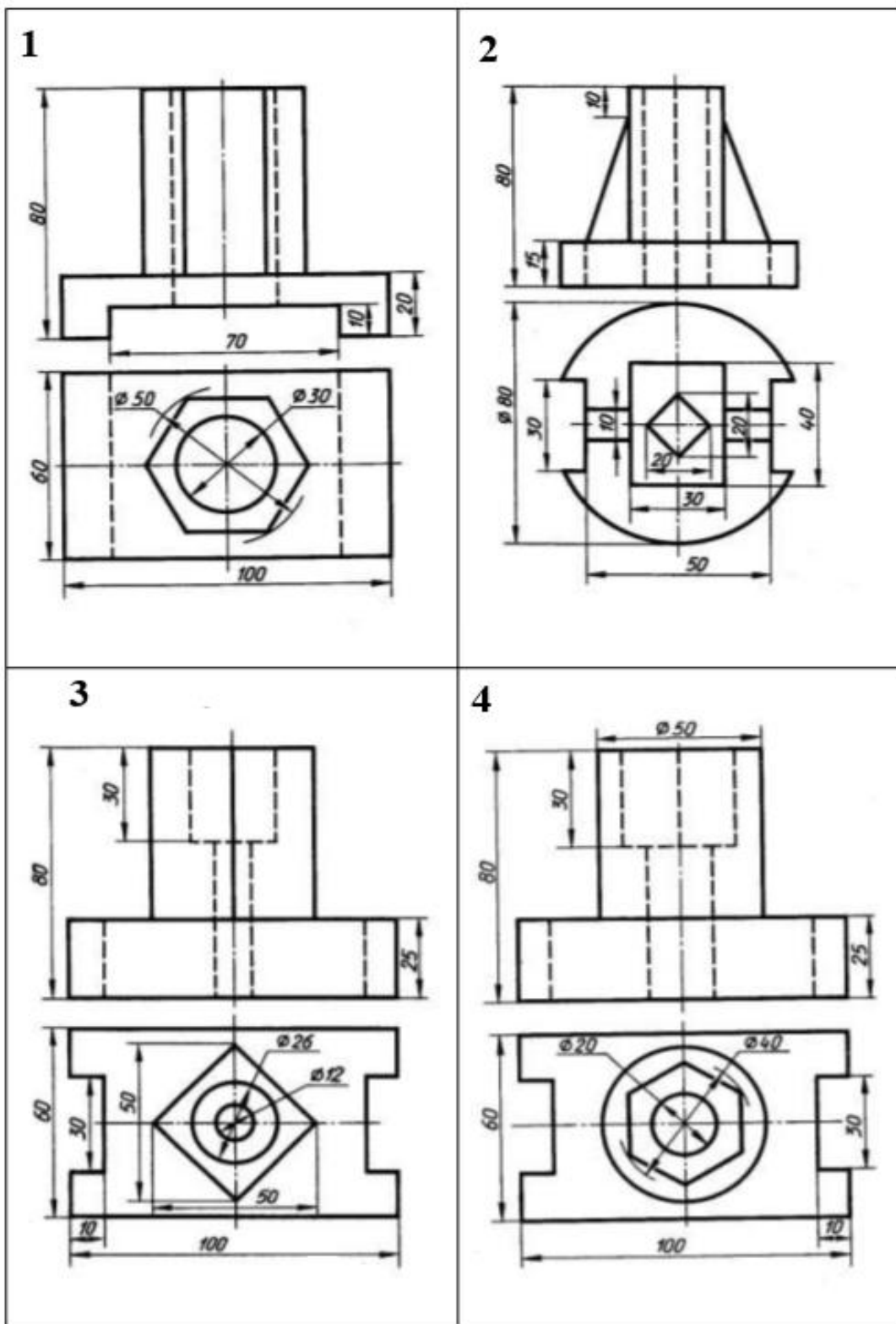
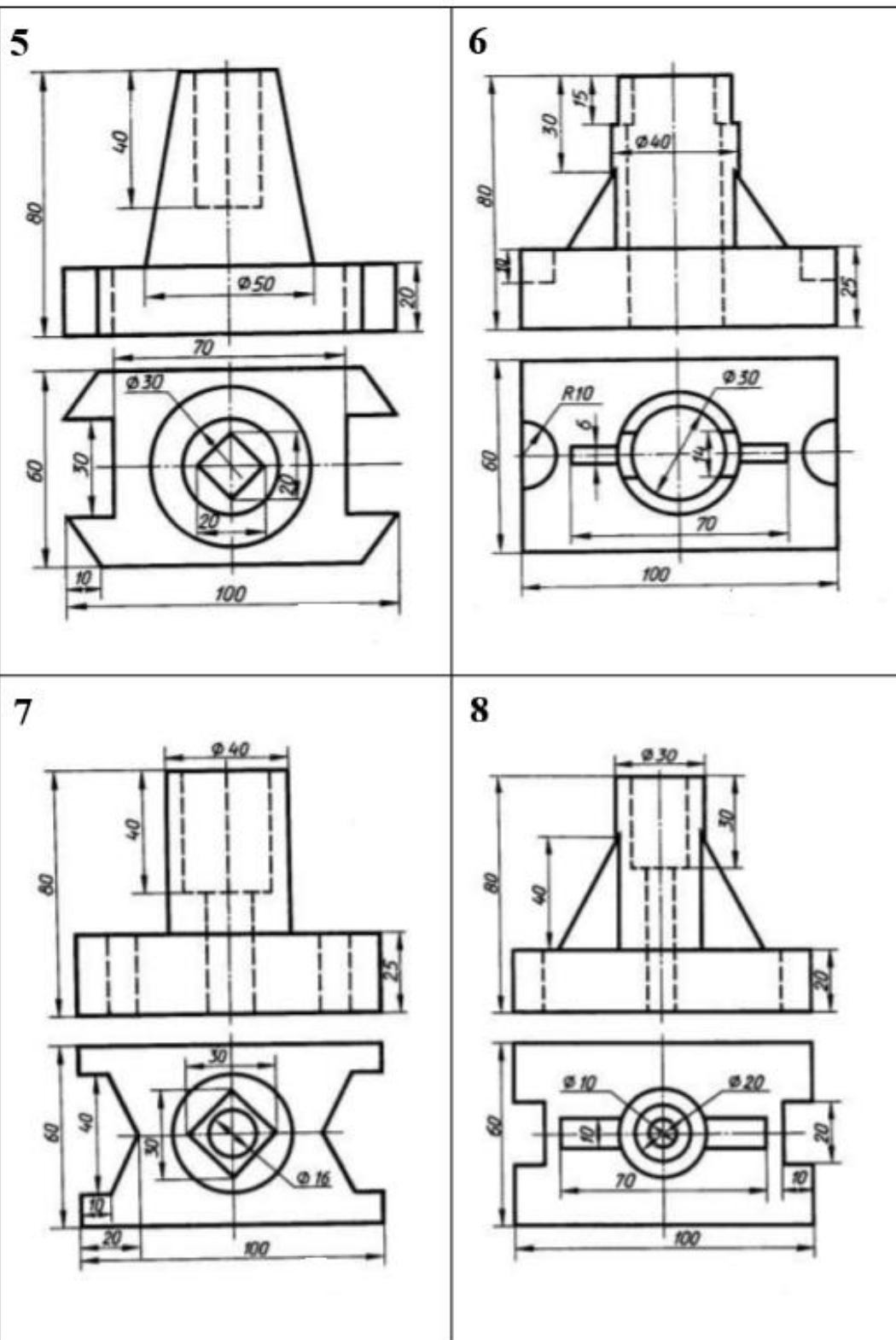


Рис. 4.3 Зразок виконання графічної роботи «Розрізи. Ізометрія»

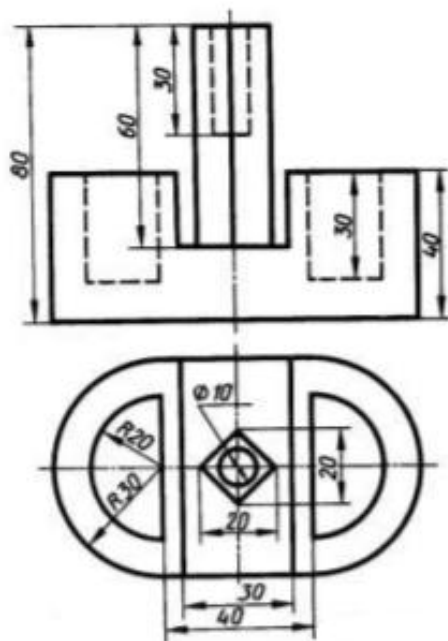
Таблиця 4

Варіанти завдань до графічної роботи «Розрізи. Аксонометрія»

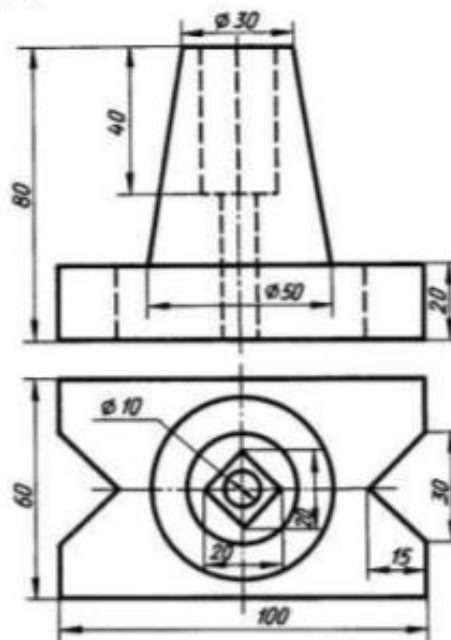




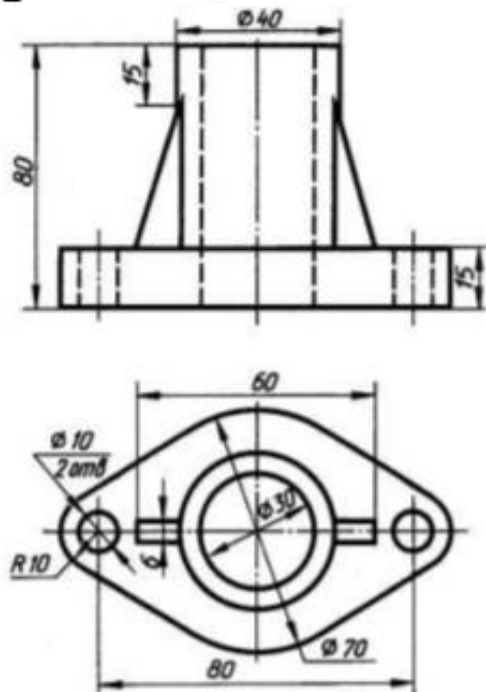
9



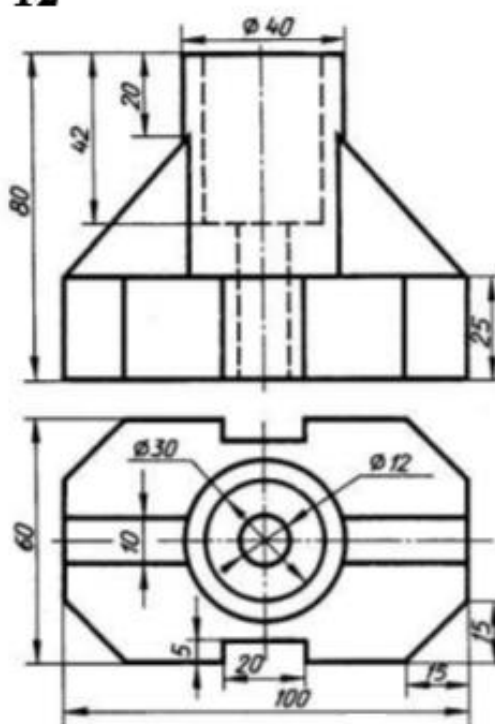
10



11



12



5. АКСОНОМЕТРИЧНІ ПРОЕКЦІЇ

Суть аксонометричного проєкціювання полягає в тому, що предмет разом з системою ортогональних координат, до якої він віднесений, паралельно проєкціюється на площину аксонометричних проєкцій [6]. Напрямок проєкціювання при цьому не збігається з жодною з осей координат і може бути перпендикулярним або не перпендикулярним до площини Π' (прямокутна і косокутна аксонометрія відповідно). Рисунок 5.1 містить схему проєкціювання точки A на площину Π' . Точка A' є аксонометричною проєкцією точки A , точка A_1 – вторинна її проєкція. Для кожної з осей встановлюються коефіцієнти спотворення $p = O'A'_x / OA_x = x'/x$, $q = O'A'_y / OA_y = y'/y$, $r = O'A'_z / OA_z = z'/z$. Коефіцієнти спотворення зв'язані співвідношенням: $p^2 + r^2 + q^2 = 2 + \text{ctg}^2 \varphi$, де φ – кут між напрямком проєкціювання та площиною Π' .

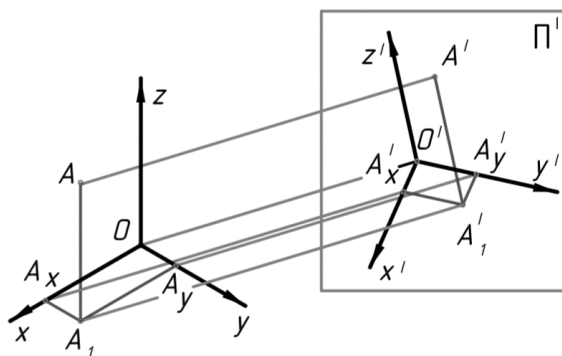


Рис. 5.1

Для прямокутної аксонометрії маємо: $p^2 + r^2 + q^2 = 2$.

Встановлено 5 стандартних видів аксонометрії:

- прямокутна ізометрія (рис.5.2а). Коефіцієнти спотворення рівні і становлять $p=q=r=0,82$. Для спрощення користуються так званими приведеними коефіцієнтами: $p=q=r=1$,
- прямокутна диметрія (рис.5.2б), для якої $p=r=0,94$; $q=0,47$ (приведені коефіцієнти $p=r=1$; $q=0,5$);
- косокутна фронтальна ізометрія (рис.5.3а), виконується без спотворення по осям;
- косокутна горизонтальна ізометрія (рис.5.3б), виконується без спотворення по осям;
- косокутна фронтальна диметрія (рис.5.3в), для якої коефіцієнти спотворення $p=r=1$; $q=0,5$;

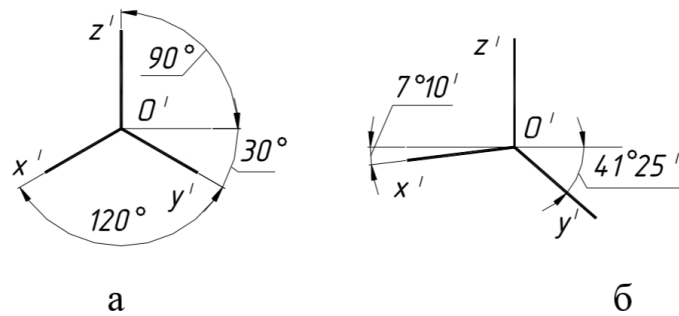


Рис. 5.2

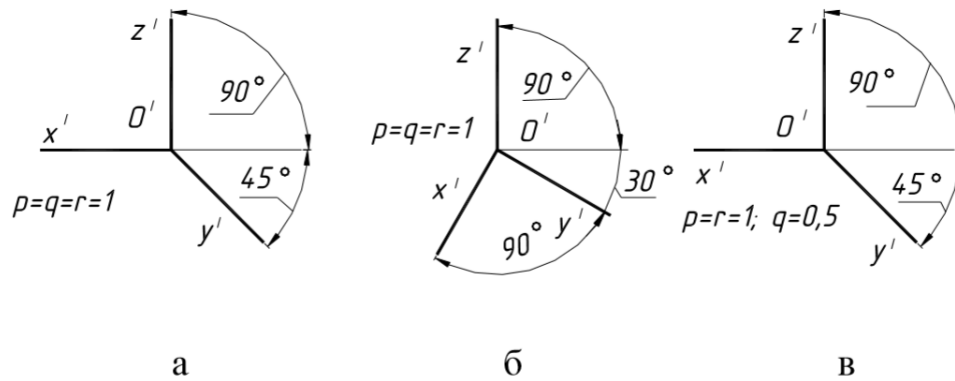


Рис. 5.3.

На рис.5.4 зображений правильний шестикутник, розташований в горизонтальній площині, центр якого співпадає з початком координат, а дві вершини належать осі x (рис.5.4а), в ізометрії (рис.5.4б) та диметрії (рис.5.4в).

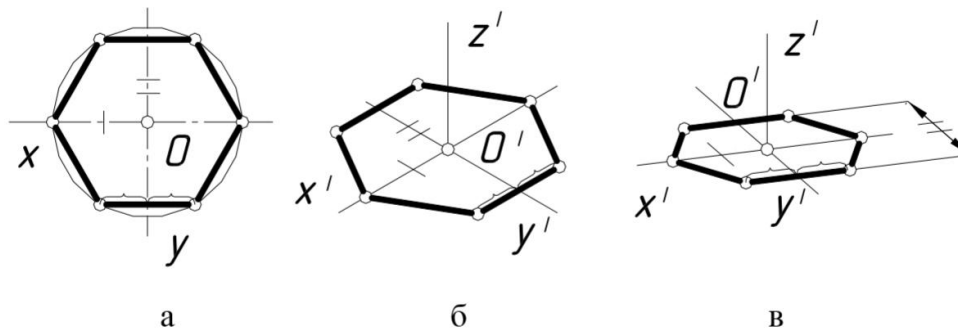


Рис. 5.4.

АксонOMETричною проекцією кола є *еліпс*. Якщо коло лежить в площині, яка паралельна одній з площин проекцій, тоді мала вісь еліпса паралельна до координатної осі, яка відсутня в площині кола, велика – перпендикулярна до неї (рис. 5.5).

Для приведеної прямокутної ізометрії для всіх площин проєкцій мала вісь дорівнює $0,71d$, велика – $1,22d$, де d – діаметр кола. Для спрощення побудови замість еліпсів дозволяється будувати овали. На рис. 5.6 наведено побудову ізометричного овалу, яким приблизно замінено еліпс – проєкцію кола радіуса R , яке розташоване в площині $x'O'y'$. Величини R_1 та R_2 визначаються за побудовою.

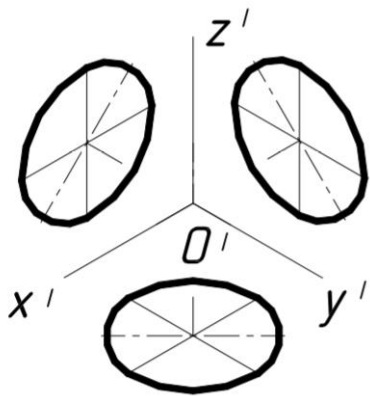


Рис. 5.5.

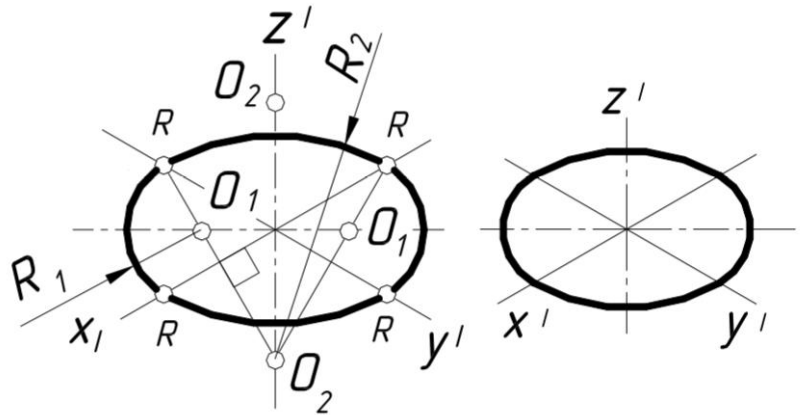


Рис. 5.6.

Штриховка перерізів в аксонометрії виконується паралельно до однієї з діагоналей проєкцій квадратів, які розташовані в відповідних координатних площинах і мають сторони, паралельні до аксонометричних осей. На рис. 5.7 показані обидва способи виконання штриховки в прямокутній ізометрії. На рис. 5.8 зображені деталі з різним розташуванням циліндричних отворів.

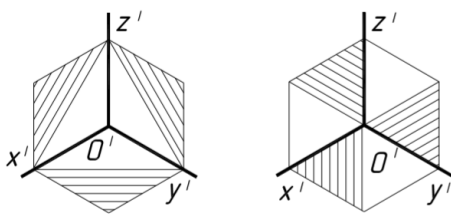


Рис. 5.7.

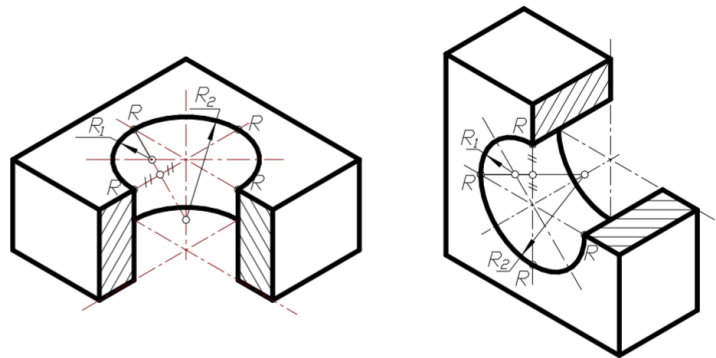


Рис. 5.8.

Деталі в аксонометрії найчастіше зображують з вирізом її передньої частини. Січні площини при цьому рекомендується проводити через вісь найбільшого отвору деталі. Побудову аксонометрії можна виконувати в такій послідовності, як зображено на рис 5.9 (спочатку виконується аксонометричне зображення всієї деталі, потім частина зображення видаляється), або так, як

зображено на рис 5.10 (побудова аксонометрії деталі починається з побудови перерізів).

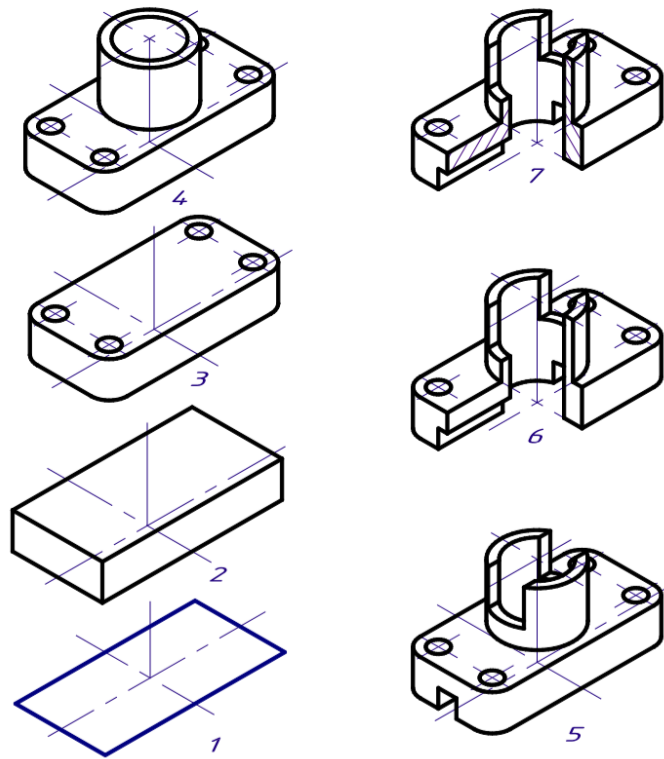


Рис. 5.9.

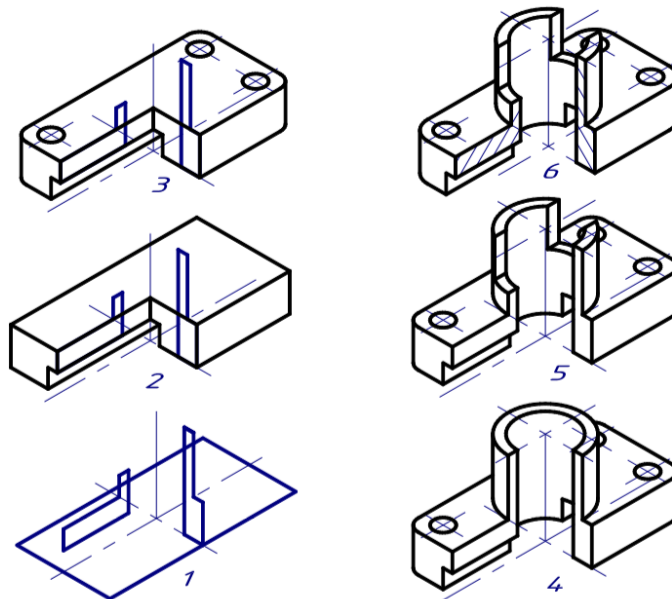


Рис. 5.10.

Використана література

1. М. М. Козяр. Технічне креслення : підручник. Рівне : НУВГП, 2011. 418 с.
2. Р. С. Миронова, Б. Г. Миронов. Сборник задач по черчению : учеб. пособие для немашиностр. спец. техникумов. М. : Высш. шк., 1984. 264 с., ил.
3. Антонович Є. А., Василюшин Я. В., Шпільчак В. А. Креслення : навч. посібник / За ред. проф. Є. А. Антоновича. Львів : Світ, 2006. 512 с., іл.
4. Короев Ю. И. Черчение для строителей : учеб. для проф. учеб. заведений. 7-е изд., стереотип. М. : Высш.шк., Изд.центр «Академия», 2001. 256 с., ил.
5. Сасюк З. К., Козяр М. М. Інженерна графіка. Перерізи та розрізи деталей : навчальний посібник. Рівне : НУВГП, 2020. 139 с.
6. Методичні вказівки з геометричного та проєкційного креслення / Укладач Г. М. Коваль. К. : НТУУ "КПІ", 2014. 36 с.
7. ГОСТ 2.305-2008. Единая система конструкторской документации. Изображения – виды, разрезы, сечения. Дата введения 01.07.2009.
8. (ISO 128-30:2001, IDT) ДСТУ ISO 128-30: 2005 «Кресленики технічні. Загальні принципи оформлення. Частина 30. Основні положення про види». [Чинний від 2006-07-01]. К. : Держспоживстандарт України, 2006. 13 с. (Національні стандарти України).
7. (ISO 128-34:2001, IDT) ДСТУ ISO 128-34: 2005 «Кресленики технічні. Загальні принципи оформлення. Частина 34. Види на машинобудівних креслениках». [Чинний від 2007-04-01]. К. : Держспоживстандарт України, 2007. 17 с. (Національні стандарти України).
8. (ISO 128-40:2001, IDT) ДСТУ ISO 128-40: 2005 «Кресленики технічні. Загальні принципи оформлення. Частина 40. Основні положення про розрізи та перерізи». [Чинний від 2007-04-01]. К. : Держспоживстандарт України, 2007. 11 с. (Національні стандарти України).
9. (ISO 128-44:2001, IDT) ДСТУ ISO 128-44: 2005 «Кресленики технічні. Загальні принципи оформлення. Частина 44. Розрізи та перерізи на машинобудівних креслениках». [Чинний від 2006-07-01]. К. : Держспоживстандарт України, 2006. 13 с. (Національні стандарти України).
10. (ISO 128-50:2001, IDT) ДСТУ ISO 128-50: 2005 «Кресленики технічні. Загальні принципи оформлення. Частина 50. Основні положення про зображення розрізів і перерізів». [Чинний від 2006-07-01]. К. : Держспоживстандарт України, 2006. 10 с. (Національні стандарти України).